

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27041

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int. CL ⁶	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
F 0 4 B 9/00 17/04	A	7214-3H		
H 0 1 F 7/02	Z			
H 0 2 K 33/00	A	8512-3H	F 0 4 B 17/ 04	
			審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 9 頁)	

(21) 出願番号 特願平5-165620

(22) 出願日 平成5年(1993)7月5日

(71) 出願人 000170554

国際技術開発株式会社

東京都杉並区天沼2丁目3番9号

(72) 発明者 中内 俊作

東京都三鷹市井ノ頭2丁目32番23号

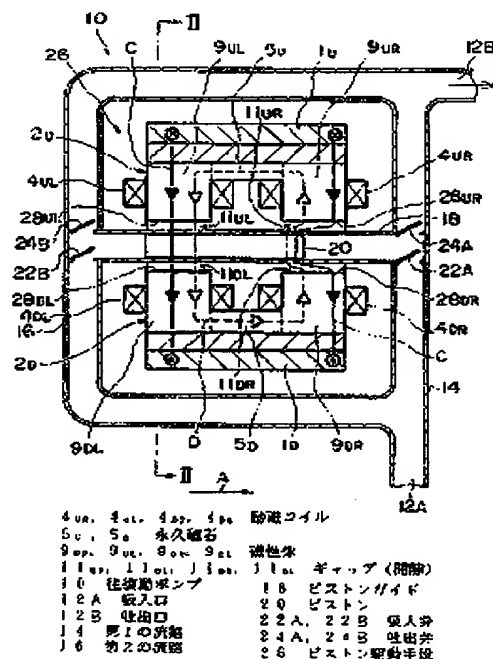
(74) 代理人 弁理士 中島 洋 (外3名)

(54) 【発明の名称】 往復動ポンプ

(57) 【要約】

【目的】 流体の駆動手段側への漏出を確実に防止することができ、しかも高能率な往復動ポンプを得る。

【構成】 吸入口12Aから吐出口12Bに至る流路14、16の途中の一部を構成し、流路14、16内の流体を外部と遮断する筒状の非磁性体から成るピストンガイド18と、ピストン20の一端部及び他端部に当該ピストン20の摺動方向(矢印A方向及び反矢印A方向)に略直交して磁束をそれぞれ通過させ、これらの磁束を交互に増減変化させてピストン20の一端部を迫る磁束量と他端部を迫る磁束量との差を利用して非接触でピストン20を往復駆動するピストン駆動手段26と、が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸入口から吐出口に至る流路の途中の一部を構成し、前記流路内の流体を外部と遮断する筒状の非磁性体から成るピストンガイドと、

前記ピストンガイド内に摺動自在に装備された磁性体から成るピストンと、

前記ピストンガイドの吸入口側及び吐出側それぞれにそれぞれ配置され、前記流路を開閉する吸入弁及び吐出弁と、

前記ピストンの一端部及び他端部に当該ピストンの摺動方向に略直交して磁束をそれぞれ通過させ、これらの磁束量を交互に増減変化させて前記ピストンの一端部を通る磁束量と他端部を通る磁束量との差を利用して非接触で前記ピストンを往復駆動するピストン駆動手段と、を有する往復動ポンプ。

【請求項2】 吸入口から吐出口にそれぞれ至る二つの流路をそれぞれの途中で分岐すると共に相互に連結し、前記二つの流路内の流体を外部と遮断する筒状の非磁性体から成るピストンガイドと、

前記ピストンガイド内に摺動自在に装備された磁性体から成るピストンと、

前記二つの流路の分岐部部分より吸入口側及び吐出側にそれぞれ配置され、前記流路を開閉する吸入弁及び吐出弁と、

前記ピストンの一端部及び他端部に当該ピストンの摺動方向に略直交して磁束をそれぞれ通過させ、これらの磁束量を交互に増減変化させて前記ピストンの一端部を通る磁束量と他端部を通る磁束量との差を利用して非接触で前記ピストンを往復駆動するピストン駆動手段と、を有する往復動ポンプ。

【請求項3】 前記二つの流路がそれぞれ吸入口及び吐出出口を各別に有することを特徴とする請求項2記載の往復動ポンプ。

【請求項4】 前記ピストン駆動手段が、前記ピストンの長手方向一端部、他端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に且つ相互に対峙して配置された二組の磁性体と、前記ピストンガイドの一方側に配置された磁性体から前記ピストンガイドの他方側に配置された磁性体に向かって前記各磁性体と前記ピストンガイドとの間の間隙に磁束を通過させる永久磁石と、前記ピストンの長手方向一端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には前記永久磁石の磁束と加算される方向に通過する磁束を形成し且つ前記ピストンの長手方向他端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には前記永久磁石の磁束と減算される方向に通過する磁束を形成する励磁コイルと、を有することを特徴とする請求項1ないし3の何れか一つに記載の往復動ポンプ。

【請求項5】 前記ピストンが、移動方向両端部にそれぞれ配置された2つの磁性体とこれらの磁性体を連結する連結棒とから構成されたことを特徴とする請求項1な

いし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプ。

【請求項6】 ピストンガイドが前記一方側と他方側の磁性体間に複数設けられ、当該各ピストンガイド内にピストンがそれぞれ摺動自在に装備されたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプ。

【請求項7】 前記ピストンが、固定支持棒に沿って摺動する中空の筒状磁性体により形成されことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプ。

【請求項8】 前記ピストンの断面形状が矩形状とされたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、往復動ポンプに係り、更に詳しくはピストンを往復動すると共に弁を開閉して流体を圧送する往復動ポンプに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、流路内を摺動するピストンの往復動により流体を圧送する往復動ポンプでは、ピストンはコネクティングロッドを介して流路外の駆動手段により駆動されるようになっていた。この種の往復動ポンプでは、流路内部と外部との境界部分にゴムパッキン等のシール部材を装着し、これによりピストンガイド（通常は、シリンダ）側から駆動手段側への流体の漏出を防止することがなされていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したゴムパッキン等を用いて流体の漏出を完全に防止することは困難であり、流体の漏出を完全に防止することができる往復動ポンプの出現が待望されていた。

【0004】上記の問題を解決するための一手法として、

非磁性の金属等でピストンガイド内部と駆動手段とを物理的に遮断し、ピストンの駆動を非磁性の金属等の外部から磁力を用いて行おうとする試みがなされているが、現在の所、高効率のものは見受けられない。

【0005】本発明は、かかる事情の下になされたもので、その目的は、流体の駆動手段側への漏出を確実に防止することができ、しかも高効率な往復動ポンプを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の往復動ポンプは、吸入口から吐出口に至る流路の途中の一部を構成し、前記流路内の流体を外部と遮断する筒状の非磁性体から成るピストンガイドと、前記ピストンガイド内に摺動自在に装備された磁性体から成るピストンと、前記ピストンガイドの吸入口側及び吐出側にそれぞれ配置され、前記流路を開閉する吸入弁及び吐出弁と、前記ピストンの一端部及び他端部に当該ピストンの摺動方向に

略直交して磁束をそれぞれ通過させ、これらの磁束量を交互に増減変化させて前記ピストンの一端部を通る磁束量と他端部を通る磁束量との差を利用して非接触で前記ピストンを往復駆動するピストン駆動手段と、を有する。

【0007】請求項2記載の往復動ポンプは、吸入口から吐出口にそれぞれ至る二つの流路をそれぞれの途中で分岐すると共に相互に連結し、前記二つの流路内の流体を外部と遮断する筒状の非磁性体から成るピストンガイドと、前記ピストンガイド内に往復自在に装荷された磁性体から成るピストンと、前記二つの流路の分岐路部分より吸入口側及び吐出口側にそれぞれ配置され、前記流路を開閉する吸入弁及び吐出弁と、前記ピストンの一端部及び他端部に当該ピストンの往復動方向に略直交して磁束をそれぞれ通過させ、これらの磁束量を交互に増減変化させて前記ピストンの一端部を通る磁束量と他端部を通る磁束量との差を利用して非接触で前記ピストンを往復駆動するピストン駆動手段と、を有する。

【0008】請求項3記載の往復動ポンプは、請求項2記載の往復動ポンプにおいて、前記二つの流路がそれぞれ吸入口及び吐出口を各別に有することを特徴とする。

【0009】請求項4記載の往復動ポンプは、請求項1ないし3の何れか一つに記載の往復動ポンプにおいて、前記ピストン駆動手段が、前記ピストンの長手方向一端部、他端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に且つ相互に対峙して配置された二組の磁性体と、前記ピストンガイドの一方側に配置された磁性体から前記ピストンガイドの他方側に配置された磁性体に向かって前記各磁性体と前記ピストンガイドとの間の間隙に磁束を通過させる永久磁石と、前記ピストンの長手方向一端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には前記永久磁石の磁束と加算される方向に通過する磁束を形成し且つ前記ピストンの長手方向他端部近傍で前記ピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には前記永久磁石の磁束と減算される方向に通過する磁束を形成する励磁コイルと、を有することを特徴とする。

【0010】即ち、この請求項4記載の往復動ポンプは、上記の課題を解決するため、往復動ポンプのピストンを磁性体で形成し、これを有極リニアアクチュエータの可動部とし、これを動かすピストン駆動手段との間の間隙に非磁性の金属の壁を設けたものである。

【0011】請求項5記載の往復動ポンプは、請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプにおいて、前記ピストンが、移動方向両端部にそれぞれ配置された2つの磁性体とこれらの磁性体を連結する連結棒とから構成されたことを特徴とする。

【0012】請求項6記載の往復動ポンプは、請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプにおいて、ピストンガイドが前記一方側と他方側の磁性体間に

複数設けられ、当該各ピストンガイド内にピストンがそれぞれ往復自在に装荷されたことを特徴とする。

【0013】請求項7記載の往復動ポンプは、請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプにおいて、前記ピストンが、固定支持棒に沿って往復する中空の筒状磁性体により形成されことを特徴とする。

【0014】請求項8記載の往復動ポンプは、請求項1ないし4のいずれか一つに記載の往復動ポンプにおいて、前記ピストンの断面形状が矩形状とされたことを特徴とする。

【0015】

【作用】請求項1記載の往復動ポンプによれば、ピストン駆動手段と流路内の流体とがピストンガイドにより隔絶されているので、流路内の流体がピストンの駆動によってピストン駆動手段側に漏出することはない。また、ピストン駆動手段がピストンを一方向へ駆動し、このピストンの移動によりピストンガイド内の圧力が減少し、吸入口側に対し負圧となった場合には、吸入弁が流路を開き吸入口側からピストンガイド内へ流体が流入する。次いでピストン駆動手段がピストンを他の方向へ駆動し、このピストンの移動によりピストンガイド内の圧力が増加し吐出口側に対し正圧となった場合には、吸入弁が閉じると共にピストンガイド内の流体が吐出弁を開いて吐出口側へ流れる。従って、ピストン駆動手段によるピストンの往復駆動により、吸入弁、吐出弁が交互に開き、流体が流路内を吸入口から吐出口に圧送される。なお、吸入弁、吐出弁は、ピストンガイド内の圧力の増減により自動的に開閉する方式のものでも、ピストンの動きに連動して外部制御により開閉される方式のいずれの方式であってもよい。

【0016】請求項2記載の往復動ポンプによれば、ピストンガイドによりピストン駆動手段が二つの流路内の流体から隔絶されているので、流路内の流体がピストンの駆動によってピストン駆動手段側に漏出することはない。また、ピストン駆動手段がピストンを往復駆動する度に、ピストンガイド内のピストンの一方の流路側と他方の流路側とが交互に正圧、負圧となり、これにより一方の流路側と他方の流路側の吸入弁、一方の流路側と他方の流路側の吐出弁とが交互に開閉し、流体が二つの流路内を吸入口から吐出口に向けて圧送される。なお、吸入弁、吐出弁は、ピストンガイド内の圧力の増減により自動的に開閉する方式のものでも、ピストンの動きに連動して外部制御により開閉される方式のいずれの方式であってもよい。

【0017】請求項3記載の往復動ポンプによれば、二つの流路がそれぞれ吸入口及び吐出口を各別に有することから、別々の場所から流体を吸引し、別々の場所へ吐出する往復動ポンプが構成される。

【0018】請求項4記載の往復動ポンプでは、ピストン駆動手段が、ピストンの長手方向一端部、他端部近傍

でピストンガイドを介して一方と他方側に且つ相互に対峙して配置された二組の磁性体と、ピストンガイドの一方側に配置された磁性体からピストンガイドの他方側に配置された磁性体に向かって前記各磁性体とピストンガイドとの間の隙間に磁束を通過させる永久磁石と、ピストンの長手方向一端部近傍でピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には永久磁石の磁束と加算される方向に通過する磁束を形成し且つピストンの長手方向他端部近傍でピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体間には永久磁石の磁束と減算される方向に通過する磁束を形成する励磁コイルと、を有する。

【0019】即ち、本発明の往復動ポンプでは、ピストンとピストン駆動手段により有極リニアアクチュエータが構成されており、ピストンがこの有極リニアアクチュエータの可動部となっている。

【0020】各磁性体における磁極とピストンガイドとの隙間（以下、適宜「ギャップ」という）には、永久磁石による磁束が通っており、これに励磁コイルによる磁束が重畳される。このピストン駆動手段では、これら*20

$$F \propto (B_1 \cdot \delta \cdot b) / (2 \cdot \mu) \quad \text{----- (1)}$$

各磁性体の励磁が励磁コイルだけで行われているとすると、ピストン駆動手段（有極アクチュエータ）の定格が決まれば磁束密度Bは励磁アンペアターンに比例して決定される。即ち、磁束密度Bは励磁電力の2乗に比例する。例えば、1Wの励磁電力で得られる磁束密度を0.5テスラとすれば1.5テスラを得るためには9Wを必要とする。ここで、永久磁石による磁束が通っているギャップに励磁コイルによる磁束が重畳された場合、永久磁石による磁束密度をB₁、励磁コイルによる磁束密度をB₂、とすると吸引力は(B₁ ± B₂)²で決定される。即ち永久磁石の磁束密度B₁の設定によってB₂、分だけ励磁コイルの電力を節約できる。例えば、磁束密度B₁を1テスラとすると、0.5テスラ分の磁束を作れるだけの電力、即ち1Wの電力で1.5テスラの磁束を得ることができる。つまり1Wの電力で9Wの吸引力を得ることができる。このとき、無電力の時でも1テスラ分の吸引力Fは残るが、両方の磁性体を通る永久磁石による磁束密度は原則としてストロークの何処でも同じようになるように構成できるので、永久磁石による吸引力は両方の磁性体でバランスしており、ピストンは全ストロ×

$$F \propto \{(B_1 + B_2)^2 - (B_1 - B_2)^2\} \quad \text{----- (2)}$$

この式(2)は、以下の式(3)のように変換される。★ ★【0027】

$$F \propto \{2 \cdot B_1 \cdot (B_1 + B_2) + (B_1^2 - B_2^2)\} \quad \text{----- (3)}$$

このとき、各磁束密度にB₁ ≫ B₂、B₁ ≫ B₂の関係がある場合、即ち永久磁石の磁束密度に比べて励磁コイルによる磁束密度が十分小さいときは式(3)の右辺第2項は無視されて第1項で吸引力が決まる。この場合は励磁コイルだけの場合よりずっと大きい吸引力を得ることができる。またこの場合の吸引力は励磁コイルの磁束

* 永久磁石及び励磁コイルの磁束によって磁気回路を構成しており、ピストンの長手方向一端部近傍でピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体における磁極間では、永久磁石による磁束と励磁コイルによる磁束とが加算されるように、ピストンの長手方向他端部近傍でピストンガイドを介して一方と他方側に配置された磁性体における磁極間では永久磁石による磁束と励磁コイルによる磁束が減算されるように磁気回路を構成する。この磁気回路において励磁コイルの磁束の通る磁路中に永久磁石が含まれないようにする。これによって、励磁コイルの回路のパーミアンスを大きくすることができ、小さな電力で大きな吸引力が得られる。

【0021】上記磁極とピストンとの間の境界面（ギャップの方向に沿う面）と直角に磁束が通っている場合における磁束と直角の方向にピストンが引き込まれる力（吸引力F）は、以下の式(1)に示すように、ギャップδ、ピストンの移動方向と直角な長さb、及び磁束密度Bに関係がある。

$$F \propto (B_1 \cdot \delta \cdot b) / (2 \cdot \mu) \quad \text{----- (1)}$$

※一クの何処でも力を受けず、外部に吸引力は発生せず、何らの問題はない。

【0023】従って、永久磁石の磁束の回路と励磁コイルの磁束の回路が互いにギャップの所で重なり合い、他の所では重ならず、励磁コイルの回路中に磁気抵抗の高い永久磁石が入らない構造にすれば、励磁コイルによる磁束が効率良くギャップの所を通り、有極にすることによって少ない電力で大きい吸引力を得ることができる。

【0024】本発明では、二つの磁性体を対峙して形成し、その各々の磁性体が有する相対する磁極間の吸引力の差が外部に動作力となる構造としている。

【0025】また、励磁コイルによる磁束はピストンの一端部側の磁性体では永久磁石の磁束と加算され、ピストンの他端部側の磁性体では減算される構造としているので、一端部側の磁性体における励磁コイルによる磁束密度を磁束密度B₁、他端部側の磁性体における励磁コイルによる磁束密度を磁束密度B₂、とすると、励磁コイルが動作した時の吸引力Fは、次式(2)で表すことができる。

$$F \propto \{(B_1 + B_2)^2 - (B_1 - B_2)^2\} \quad \text{----- (2)}$$

$$F \propto \{2 \cdot B_1 \cdot (B_1 + B_2) + (B_1^2 - B_2^2)\} \quad \text{----- (3)}$$

に対して一次比例となる。励磁コイルに交流を流すと、その電流値の変化にはほぼ比例した吸引力が発生し、ピストンはピストンガイドに沿って揺動する。B₁を大きくすると、同じ電力で従来のソレノイドより大きな力を発揮できる。

【0028】請求項5記載の往復動ポンプによれば、ピ

ストンを構成する連結棒には磁束を通す必要がないので、当該連結棒を非磁性体、例えばプラスチック等の軽金属部材により形成することができる。従って、応答速度を上げることができる。

【0029】請求項6記載の往復動ポンプによれば、ピストン駆動に要する磁力を増加させることなく且つ流量を減らすことなく、ピストンが流体に及ぼす圧力を上げることが可能になる。

【0030】その理由は、ピストンを駆動するのに必要な磁力はピストンの表面積によって定まる磁束の量によって決まり、ピストンの表面積はピストンが丸棒である場合にはその半径に比例する。この一方、ピストンが流体に及ぼす圧力はその半径の二乗に比例する軸直交断面の断面積に反比例するからである。従って、本発明では、各ピストンとして断面積の小さなものを使用し、必要な流量を確保できる本数を使用すれば、ピストン駆動に要する磁力を増加させることなく且つ流量を減らすことなく、ピストンが流体に及ぼす圧力を上げることができる。

【0031】請求項7記載の往復動ポンプによれば、周面の表面積が同じ中実棒のピストンに比べ軸直交断面の断面積が小さくなるので、大きな圧力をピストンは流体に及ぼすようになる。

【0032】請求項8記載の往復動ポンプによれば、前記ピストンの断面形状が矩形状とされたことから、励磁コイルより磁性体のピストンガイド対向面に形成された励磁磁極に対向するピストンの対向面積（これにより、ピストンの駆動力は定まる）をピストンの断面積を増加させることなく増加させることができる。従って、効率的なピストン駆動が可能となる。

【0033】

【実施例】以下、本発明の第1実施例を図1ないし図2に基づいて説明する。

【0034】図1には、第1実施例に係る往復動ポンプ10の断面図が示されており、図2には、図1のII-II線断面図が示されている。

【0035】この往復動ポンプ10は、吸入口12Aから吐出口12Bに至る第1の流路14と第2の流路16とをそれぞれの中間部で分岐すると共に相互に連結する筒状の非磁性体から成るピストンガイド18と、ピストンガイド18内に摺動自在に装着された磁性体から成るピストン20と、第1の流路14、第2の流路16内にそれぞれ配設された吸入弁22A、吐出弁24A及び吸入弁22B、吐出弁24Bと、ピストンガイド18により前記二つの流路14、16内の流体から隔絶され、ピストン20を磁力により非接触で図1矢印A及び反矢印A方向へ往復駆動するピストン駆動手段26と、を有する。

【0036】前記吸入弁22A、吐出弁24A及び吸入弁22B、吐出弁24Bは、第1の流路14、第2の流

路16のそれぞれの分岐路部分より吸入口12A側及び吐出口12B側にそれぞれ配置され、ピストン20の往復動によるピストンガイド18内の圧力の増減に応じて第1の流路14、第2の流路16を開閉するようになっている（これについては後述する）。

【0037】前記ピストン駆動手段26は、図1、図2に示されるように、内部が中空の四角柱形状の外部磁鉄8を備えており、外部磁鉄8の内面上部及び内面下部には厚み方向に着磁された板状の永久磁石1_上、1_下が取り付けられている。これらの永久磁石1_上、1_下には、磁路形成部材2_上、2_下が取り付けられている。磁路形成部材2_上は、磁束を通す磁鉄5_上の長手方向両端に磁気抵抗の小さい磁性体9_上、9_下が取り付けられて断面コ字状の形状をしており、各磁性体9_上、9_下には励磁用のコイル4_上、4_下が各々巻き付けられている。これらの磁性体9_上、9_下のピストン20側の端部は、当該磁性体を通す磁束によって磁極28_上、28_下となる。同様に、磁路形成部材2_下は、磁鉄5_下の長手方向両端に磁性体9_上、9_下が取り付けられた断面コ字形状で、各磁性体9_上、9_下には励磁用のコイル4_上、4_下が各々巻き付けられている。また、磁性体9_上、9_下のピストン20側の端部は、この磁性体を通す磁束によって磁極28_上、28_下となる。

【0038】前記各磁性体9_上、9_下、9_上、9_下とピストンガイド18との間には、図1に示される一定の空隙（以下、「ギャップ」という）11_上、11_下、11_上、11_下が設けられている。

【0039】ピストンガイド18は、溶接等によって、継ぎ目なく第1の流路14、第2の流路16を構成するパイプに接続されており、内部の流体が外部に漏れることがないようにされている。このピストンガイド18の長手方向の両端縁内周部には、必要に応じてピストン20が必要以上に長手方向両側に突出して前記吸入弁22A、22B及び吐出弁24A、24Bの動きを妨げないようにするためのストッパを設けても良い。

【0040】次に、上述のようにして構成された往復動ポンプ10の作用を説明する。まず、ピストン駆動手段26によるピストン20の駆動原理について説明する。

【0041】永久磁石1_上、1_下による、その磁束は実線矢印Cでしめされる方向に通っている（図1参照）。即ち、二つの磁路形成部材2_上、2_下の上下の磁極28_上、28_下及び磁極28_上、28_下の間に流れる磁束は同じ方向である。この場合、磁極28_上、28_下はN極であり、磁極28_上、28_下はS極である。

【0042】4個の励磁コイル4_上、4_下、4_上、4_下について、励磁コイル4_上、4_上に同じ方向の電流を通電し、それと反対の向きの電流を励磁コイル4_下、4_下に通電することによって励磁されて生じる磁束は、点線矢印Dの方向になる。このとき、永久磁石の磁束及び励磁コイルの磁束は、ピストンガイド18と上部磁路形成

部材2。との間のギャップ11_{0x}、11_{0y}及びピストンガイド18を通り、ピストンガイド18と下部磁路形成部材2。との間のギャップ11_{0x}、11_{0y}及びピストンガイド18を通るが、図1における左方の磁路形成部材2。、2。間（磁極18_{0x}、18_{0y}の間）のギャップ11_{0x}、11_{0y}ではこの二つの磁束は加算され、図1における右方の磁路形成部材2。、2。間（磁極28_{0x}、28_{0y}の間）のギャップ11_{0x}、11_{0y}では減算される方向に流れる。

【0043】従って、ピストン20と磁路形成部材2。、2。との間の左右のギャップで、左のギャップ11_{0x}、11_{0y}の磁束密度は右のギャップ11_{0x}、11_{0y}の磁束密度より大となり、ピストン20は左方向（図1反矢印A方向）に吸引される。この場合、ピストン20は本第1実施例では丸棒状のものが使用されているが（図2参照）、これに代えて板状のものを使用しても良い。

【0044】励磁コイルの電流の方向を上述の場合と逆方向に流せば、ギャップの磁束密度は左右が逆転してピストン20は右方向（図1矢印A方向）に移動する。ピストン20が受ける力は作用の所で述べたように、永久磁石による磁束密度Bと、励磁コイル（電磁石）による起磁力による磁束と、ピストン20の移動方向と直角方向の幅、との函数になる。即ち、このピストン20が受ける力は永久磁石の磁束と励磁アンペアターンとの積で表され、前記ギャップ11_{0x}、11_{0y}、11_{0x}、11_{0y}の大小とは関係しない。ギャップが大きいときは、大きな永久磁石を使って同一の磁束密度を確保するようにすれば、同じ励磁アンペアターンでギャップの小さい時と同じようにピストン駆動力を得ることができる。このことは、ピストンガイド18の肉厚に対する制限を緩和するので大変有利な事となる。

【0045】ここで、励磁コイル4_{0x}、4_{0y}、4_{0x}、4_{0y}による磁束は、磁気抵抗の大きい永久磁石1。、1。を通過せずに磁路形成部材2。、2。、即ち、磁気抵抗の小さい磁性体9_{0x}、9_{0y}、9_{0x}、9_{0y}、継鉄5。、5。とピストン20を通るので、容易に磁気回路を形成でき、少ない電力で所望の磁束を得ることができる。

【0046】次に、上述した原理により、ピストン駆動手段26がピストン20を一方向（図1における反矢印A方向）へ駆動すると、このピストン20の移動により、ピストン20より矢印A側のピストンガイド18内の圧力が減少し吸入口12A側に対し負圧となると同時に、ピストン20より反矢印A側のピストンガイド18内の圧力が上昇し吐出口12B側に対し正圧となる。このため、第1の流路14側の吸入弁22Aと第2の流路側の吐出弁24Bが開き、その他の弁は閉じる（あるいは閉じたままである）。これにより、第1の流路14側では吸入口12Aを介して流体が吸い込まれ、この吸い込まれた流体がピストンガイド18内へ流入し、第2の

流路16側ではピストンガイド18内の流体が吐出口12B側へピストン20により圧送される。

【0047】次いで、ピストン駆動手段26がピストン20を他の方向（図1における矢印A方向）へ駆動すると、このピストン20の移動により、ピストン20より反矢印A側のピストンガイド18内の圧力が減少し吸入口12A側に対し負圧となると同時に、ピストン20より矢印A側のピストンガイド18内の圧力が上昇し吐出口12B側に対し正圧となる。このため、第2の流路16側の吸入弁22Bと第1の流路14側の吐出弁24Aが開き、その他の弁は閉じる（あるいは閉じたままである）。これにより、第2の流路16側では吸入口12Aを介して流体が吸い込まれ、この吸い込まれた流体がピストンガイド18内へ流入し、第1の流路14側ではピストンガイド18内の流体が吐出口12B側へピストン20により圧送される。

【0048】従って、ピストン駆動手段26がピストン20を往復駆動する度に、ピストンガイド18内のピストン20の第1の流路側と第2の流路側とが交互に正圧、負圧となり、これにより第1の流路側と第2の流路側の吸入弁22Aと22B、第1の流路側と第2の流路側の吐出弁24Aと24Bとが交互に開閉し、流体が第1、第2の流路内を吸入口12Aから吐出口12Bに向けて圧送される。

【0049】以上説明したように、本第1実施例によると、ピストン駆動手段26と第1、第2の流路14、16内の流体とがピストンガイド18により隔絶されているので、流路内の流体がピストン20の駆動によってピストン駆動手段側26に漏出することはなく、また、ピストン駆動手段26を構成する励磁コイルに流れる電流の向きを交互に変更する（例えば、交流電源を使用する）だけで、高能率でピストン20を往復駆動することができる。

【0050】次に、本発明の第2実施例を図3に基づいて説明する。本第2実施例では、前述した第1実施例においてピストン駆動手段26を構成する上下に2個設けられた永久磁石が4個にされ、励磁コイルが4個から2個に減少された点に特徴を有する。なお、この第2実施例は、上記第1実施例と略同様の構成であるため、同一部分には、同一符号を付し詳細な説明は省略する。

【0051】磁路形成部材2。は、断面H字状の形状をしており、磁束を通す継鉄32。の長手方向両端に磁気抵抗の小さい磁性体9_{0x}、9_{0y}が取り付けられている。第2実施例では、継鉄32。に励磁用のコイル4。が巻回されている。同様に、磁路形成部材2。は、継鉄32。の長手方向両端に磁性体9_{0x}、9_{0y}が取り付けられ、この継鉄22。には励磁用のコイル4。が巻回されている。磁路形成部材2。には、板状の永久磁石1_{0x}、1_{0y}が設けられて外部継鉄8に取り付けられる。同様に、磁路形成部材2。には、板状の永久磁石1_{0x}、1_{0y}が設け

られて外部磁鉄8に取り付けられる。また、磁性体9_{aa}、9_{al}のピストン側の端部は、この磁性体を通過する磁束によって磁極28_{aa}、28_{al}となり、磁性体9_{aa}、9_{al}のピストン側の端部は、この磁性体を通過する磁束によって磁極28_{aa}、28_{al}となる。

【0052】このように、第2実施例では、第1実施例の上下に2個設けられた永久磁石を分割し4個にして、磁路形成部材の磁鉄の各々に励磁コイルを設けているため、励磁コイルの数を減少できると共にピストン駆動手段26に内蔵することができ、小型化を図ることができる。

【0053】なお、第2実施例のピストン駆動手段26の作動は、内部に流れる磁束の向きと共に、第1実施例と同様のため、詳細な説明は省略する。また、その他の部分の構成も第1実施例と同様のため、説明を省略する。

【0054】以上のようにして構成された本第2実施例によっても第1実施例と同等の作用効果を奏する他、励磁コイルを内蔵することができるため、大きさを小さく形成することができる。但し、励磁コイルの漏洩磁束は

【0055】なお、上記第1、第2実施例では、第1の流路及び第2の流路の吸入口及び吐出口が共通である場合を例示したが、これらの流路が吸入口及び吐出口を各別に有するにようにしても良く、このようにすれば、別々の箇所から別々の箇所へ同時に流体を圧送することも可能である。

【0056】次に、本発明の第3実施例を図4に基づいて説明する。図4には、第3実施例の主要部が示されている。この第3実施例は、前述した第1実施例における

【0057】このピストン30は、移動方向（軸方向）両端部にそれぞれ配置された2つの短柱状の磁性体31A、31Bとこれらの磁性体31A、31Bを連結する連結棒33とから構成されている。

【0058】図1からも明らかなように、磁性体9_{al}、9_{aa}と磁性体9_{aa}、9_{al}の間の部分には、ピストン部分に磁束が通っていない。従って、この部分に対応する連結棒33は磁性材料で作る必要はなく、ピストン30に

【0059】従って、本第3実施例によっても、第1実施例と同等の作用・効果を奏する他、ピストン30の重量が減少した分だけ、応答速度を上げることができる。

【0060】次に、本発明の第4実施例を図5に基づいて説明する。この第5実施例は、前述した第1実施例におけるピストンガイド18に代えて小径のピストンガイド43が、上側磁路形成部材2を構成する磁性体

9_{aa}、9_{al}と下側磁路形成部材2を構成する磁性体9_{aa}、9_{al}との間に、3つ設けられ、当該各ピストンガイド43内に小径のピストン41がそれぞれ摺動自在に装嵌された点に特徴を有する。

【0061】各磁性体の3つのピストン41の対向面には、先端が凹状とされた突起44がそれぞれ形成されている。これにより、各ピストンガイド43と各突起44との間の間隙（ギャップ）は一定寸法に維持される。その他の部分の構成は、第1実施例と同一である。

【0062】従って、この第4実施例によっても第1実施例と同等の作用・効果を奏する他、ピストン41の駆動に要する全磁力を増加させることなく且つ流量を減らすことなく、ピストン41が流体に及ぼす圧力を上げることが可能になる。

【0063】その理由は、ピストンを駆動するのに必要な磁力はピストンの表面積によって定まる磁束の量によって決まり、ピストンの表面積はピストンが丸柱である場合にはその半径に比例する。この一方、ピストンが流体に及ぼす圧力はその半径の二乗に比例する軸直交断面の断面積に反比例するからである。

【0064】次に、本発明の第5実施例を図6に基づいて説明する。この第5実施例は、前述した第1実施例におけるピストン20に代えて、中空の棒状磁性体により形成されたピストン51が設けられている点に特徴を有する。

【0065】このピストン51は、第1実施例のピストン20と同一の外径を有しており、両端が第1の流路14及び第2の流路に固定された固定支持棒52に沿って摺動するように構成されている。その他の部分の構成は、第1実施例と同一である。

【0066】従って、本第5実施例によっても第1実施例と同等の作用・効果を奏する他、ピストン51の周面の表面積は第1実施例のピストン20と同一であるが、軸直交断面の断面積が小さくなるので、大きな圧力をピストン51は流体に及ぼすようになる。また、固定支持棒52の両端は固定されているので、ピストン51の滑らかな運動が確保される。

【0067】次に、本発明の第6実施例を図7に基づいて説明する。この第6実施例は、前述した第1実施例のピストン20に代えて断面矩形のピストン61が設けられ、ピストンガイド18もこれに併せて矩形のものが使用されている点に特徴を有する。その他の部分の構成は第1実施例と同一である。

【0068】従って、本第6実施例によると、ピストン61の断面形状が矩形状とされていることから、励磁コイルより磁性体磁性体9_{aa}、9_{al}、9_{aa}、9_{al}のピストンガイド対向面に形成された磁極に対向するピストン61の対向面積（これにより、ピストンの駆動力は定まる）をピストンの断面積を増加させることなく増加させることができる。従って、効率的なピストン駆動が可能

10

20

30

40

50

となる。

【0069】上記各実施例の往復動ポンプでは、ピストンが往復動するとき、第1の流路側では流体を吸入し、第2の流路側では吐出するという減少が同時進行の形で行なわれるので、吐出圧力の時間変化は図8に示したようになる。この図8において、(a)はピストンが一つの場合、(b)はピストン2個が2相運転をしている場合、(c)はピストン3個が3相運転をしている場合をそれぞれ示す。

【0070】なお、上記実施例では、第1の流路及び第2の流路の2つの流路が設けられている場合を例示したが、流路を3つ以上設け、隣接する流路相互間をピストンガイドで相互に接続し、各ピストンガイド内にピストンを各一つ摺動自在に装備すれば、吸入口吐出口との間が多岐に分岐したような多気筒、大出力のポンプを構成することも可能である。

【0071】また、上記実施例では、吸入弁及び吐出弁がピストンガイド内部の圧力の増減に応じて開閉する場合を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ピストンの動きに連動して開閉するものであれば、外部制御により開閉するものであってもよい。

【0072】さらに、ピストン駆動手段の構成も上記実施例で例示したものに限定されるものではなく、例えば、永久磁石と磁路形成部材を一組のみ設けたり、ピストンの軸心を永久磁石で構成したり、色々なバリエーションが可能である。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ピストンが駆動されるピストンガイド内とピストン駆動手段とが、ピストンガイドにより、物理的に完全に隔絶されているので、流体がピストン駆動手段側に漏出するのを確実に防止することができ、また、ピストンの移動方向に交差するように磁束を設定及び生じさせかつ、磁束が加算される方向及び減算される方向に磁束を生じさせることができるため、少ない電力で大きな吸引力を得られる効率の良いピストン駆動手段を得ることができ、また、大きなストロークであっても大きな吸引力を得られ*

ることから、ピストン駆動手段によりピストンの往復動を高能率に実現できるという従来にない優れた効果がある。

【0074】なお、本発明の往復動ポンプは、吸収型冷房機の冷媒用ポンプ、水中ポンプ及び高圧の押上ポンプ等にご利用でき、その経済効果は大きいものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の構成を示す概略断面図である。

【図2】図1のI-I'線断面図である。

【図3】第2実施例の構成を示す概略断面図である。

【図4】第3実施例の主要部の構成を示す概略断面図である。

【図5】第4実施例の主要部の構成を示す概略断面図である。

【図6】第5実施例の主要部の構成を示す概略断面図である。

【図7】第6実施例の主要部の構成を示す概略断面図である。

【図8】本発明に係る往復動ポンプの吐出圧力の時間的変化を示す線図である。

【符号の説明】

4_{UL}、4_{OL}、4_{OR}、4_{OK} 励磁コイル

5_U、5_O 永久磁石

9_{UL}、9_{OL}、9_{OR}、9_{OK} 磁芯体

11_{UL}、11_{OL}、11_{OR}、11_{OL} ギャップ（間隙）

10 往復動ポンプ

12A 吸入口

12B 吐出口

14 第1の流路

16 第2の流路

18 ピストンガイド

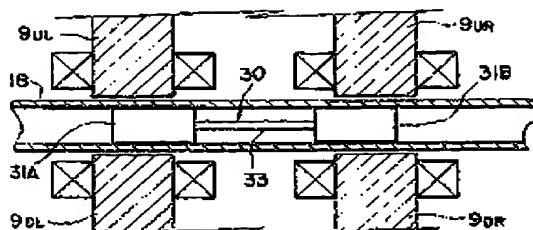
20 ピストン

22A、22B 吸入弁

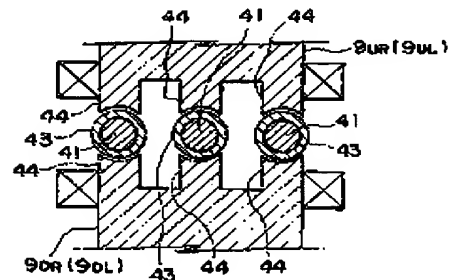
24A、24B 吐出弁

26 ピストン駆動手段

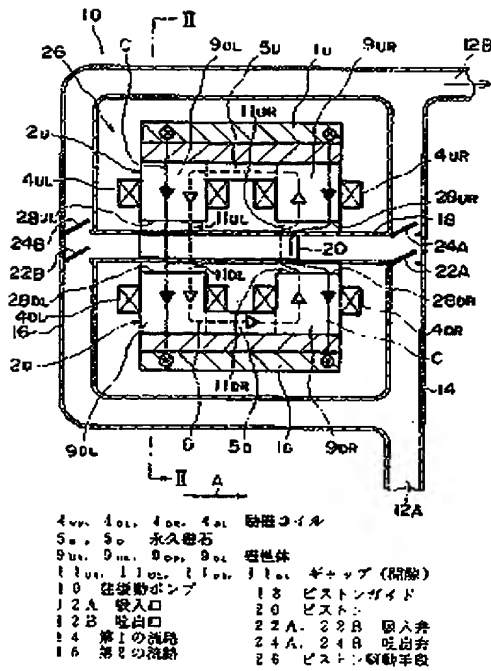
【図4】



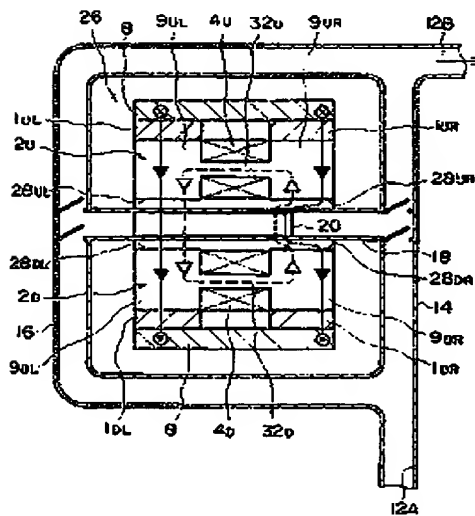
【図5】



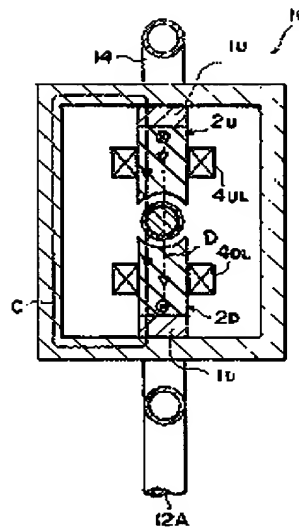
【図1】



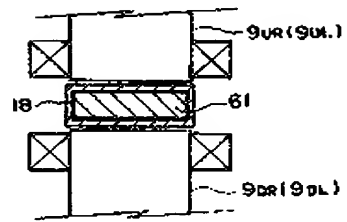
【図3】



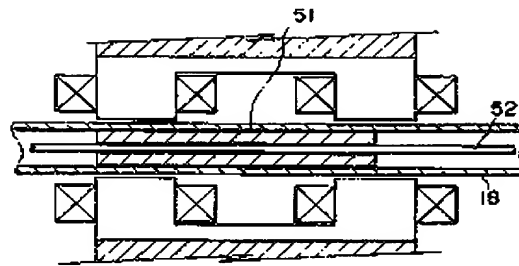
【図2】



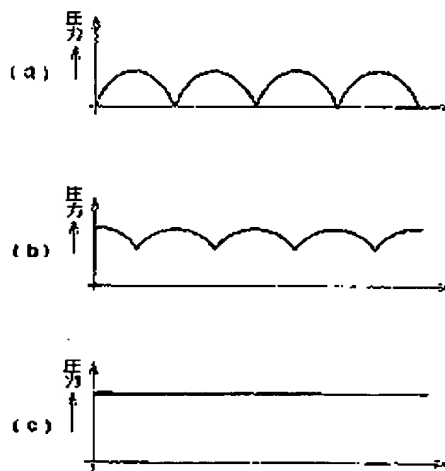
【図7】



【図6】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.